

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>  
F 02 M 51/06

47/00

H 01 L 41/09

識別記号

F I  
F 02 M 51/06

47/00

H 01 L 41/12

N  
K  
C  
P

審査請求 未請求 請求項の数 8 OL (全 8 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平9-102230

(22)出願日 平成9年(1997)4月18日

(71)出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72)発明者 勝 雅彦

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 飯泉 雅彦

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72)発明者 荒井 孝之

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(74)代理人 弁理士 後藤 政喜 (外1名)

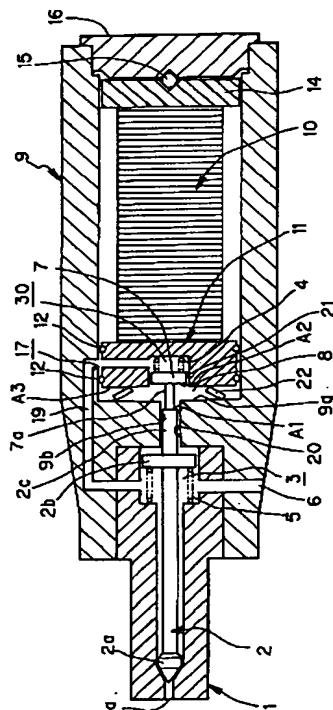
最終頁に続く

## (54)【発明の名称】 エンジンの燃料噴射弁

## (57)【要約】

【課題】 断線時等の通電遮断時の燃料噴射を防止する。

【解決手段】 燃圧室3と差圧室8の差圧に応じて変位する針弁2と、針弁2によって開閉されて燃圧室3の燃料を噴射する噴口1aと、燃圧室3と差圧室8を連通する絞り通路20と、ピエゾアクチュエータの伸縮に応じて差圧室8を加減圧するピストン11と、ピストン11内部に画成された第2燃圧室30と、差圧室8と第2燃圧室30の差圧に応動するとともに針弁2に連結された押圧ピストン7と、燃圧室3と第2燃圧室30とを連通する連通室17及び連通路19手段とを備え、リターンスプリング4を第2燃圧室30内に収装して、押圧ピストン7を介して針弁2を閉弁方向へ付勢する。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】加圧燃料が導かれる燃圧室と、燃圧室と差圧室の差圧に応じて変位する針弁と、針弁によって開閉され燃圧室の燃料を噴射する噴口と、燃圧室と差圧室を連通する絞り通路と、針弁を閉弁方向に付勢する第1の弾性部材と、圧電素子または磁歪素子から構成されたアクチュエータと、アクチュエータの伸縮に応じて差圧室の圧力を加減圧するピストンとを備えたエンジンの燃料噴射弁において、前記ピストン内部に画成された第2の燃圧室と、前記差圧室と第2燃圧室の差圧に応動するとともに、前記針弁に連結された押圧部材と、前記燃圧室と第2燃圧室とを連通する連通手段とを備え、前記第1弾性部材は、第2燃圧室内に収装されて押圧部材を介して針弁を閉弁方向へ付勢することを特徴とするエンジンの燃料噴射弁。

【請求項2】加圧燃料が導かれる燃圧室と、燃圧室と差圧室の差圧に応じて変位する針弁と、針弁によって開閉され燃圧室の燃料を噴射する噴口と、燃圧室と差圧室を連通する絞り通路と、針弁を閉弁方向に付勢する第1の弾性部材と、圧電素子または磁歪素子から構成されたアクチュエータと、アクチュエータの伸縮に応じて差圧室の圧力を加減圧するピストンとを備えたエンジンの燃料噴射弁において、前記ピストン内部に画成された第2の燃圧室と、前記差圧室と第2燃圧室の差圧に応動するとともに、前記針弁の基端と接離可能な押圧部材と、前記針弁を開弁方向へ付勢する第2の弾性部材と、前記燃圧室と第2燃圧室とを連通する連通手段とを備え、前記第1弾性部材は、第2燃圧室内に収装されて押圧部材を介して針弁を閉弁方向へ付勢することを特徴とするエンジンの燃料噴射弁。

【請求項3】前記ピストンの受圧面積A3を押圧部材の受圧面積A2より大きく設定したことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のエンジンの燃料噴射弁。

【請求項4】前記連通手段は、ピストン外周に配設された一対のシール部材とケーシング内周との間に画成された連通室と、この連通室に対向するケーシング側に開口して前記燃圧室と連通する連通路とを備え、前記第2燃圧室は連通室に面したピストン外周で開口したことを特徴とする請求項1または請求項2に記載のエンジンの燃料噴射弁。

【請求項5】前記第1弾性部材が発生する付勢力を押圧部材が受ける圧力より小さく設定したことを特徴とする請求項1に記載のエンジンの燃料噴射弁。

【請求項6】前記押圧部材は、針弁の基端側に一体的に

形成されたことを特徴とする請求項1に記載のエンジンの燃料噴射弁。

【請求項7】前記第1弾性部材のバネ定数は第2弾性部材のバネ定数よりも大きく設定したことを特徴とする請求項2に記載のエンジンの燃料噴射弁。

【請求項8】前記第1弾性部材が発生する付勢力を押圧部材が受ける圧力より小さく、かつ、第2弾性部材が発生する付勢力は針弁が受ける圧力より大きく設定したことを特徴とする請求項2に記載のエンジンの燃料噴射弁。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【発明の属する技術分野】この発明は、圧電素子または磁歪素子等のアクチュエータを介して針弁前後の燃料圧力を変化させることにより針弁を駆動するエンジンの燃料噴射弁に関する。

## 【0002】

【従来の技術】従来から自動車用エンジンに備えられる燃料噴射弁に、印加電圧に応じて体積変化する圧電素子や磁界の変化に応じて体積変化する磁歪素子を備えたアクチュエータによって針弁（弁体）を開弁作動させるものが知られており、針弁をこれらアクチュエータにより駆動することにより、燃料噴射弁の応答性を向上でき、噴射可能範囲が拡大してエンジンの高出力化に対応できるとともに、少量の燃料を安定して噴射することが可能となってエンジンの燃費低減を図ることができる。

【0003】このような燃料噴射弁としては、例えば特開平6-280711号公報に開示されるものが知られており、アクチュエータとして圧電素子からなるピエゾアクチュエータを用いるとともに、針弁の開閉をその前後差圧に基づいて行うようにしたものである。

【0004】これについて説明すると、針弁の前後には燃圧室と差圧室が画成されており、燃圧室には所定の圧力で燃料が導入され、差圧室は燃圧室とオリフィスにより連通されている。針弁背後側の差圧室にはピエゾアクチュエータが設けられており、このピエゾアクチュエータの伸縮により針弁の開閉作動が制御される。すなわち、ピエゾアクチュエータに電圧を印加して伸長させた状態で針弁前後の燃圧室と差圧室の圧力はオリフィスを介して均等化されている。

【0005】このとき針弁はリターンスプリングの張力により閉弁保持している。この状態からピエゾアクチュエータの両極端子を短絡させてピエゾアクチュエータを瞬時に収縮させると、針弁背後の差圧室の容積が拡大する。

【0006】このとき、差圧室は針弁前方の燃圧室に対してオリフィスを介して連通しているので、一時的に差圧室の内圧が低下して針弁の前後に開弁方向の圧力差が発生する。これにより針弁はリターンスプリングに抗して開弁し、噴口が開いて燃料が噴射されることになる。

## 【0007】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記のような従来の燃料噴射弁では、ピエゾアクチュエータに印加される電圧を遮断して針弁を開弁させる構造となっているため、ピエゾアクチュエータに電圧を供給する配線が断線するなどで供給電圧が低下した場合、ピエゾアクチュエータが収縮するのに伴って針弁が開弁し、所定の噴射時期以外で燃料が一時的に噴射されてしまう可能性があった。

【0008】そこで、本発明は上記の問題点に鑑みてなされたものであり、エンジンの燃料噴射弁において、断線時等の燃料噴射を防止することを目的とする。

## 【0009】

【課題を解決するための手段】第1の発明は、加圧燃料が導かれる燃圧室と、燃圧室と差圧室の差圧に応じて変位する針弁と、針弁によって開閉されて燃圧室の燃料を噴射する噴口と、燃圧室と差圧室を連通する絞り通路と、針弁を閉弁方向に付勢する第1の弾性部材と、圧電素子または磁歪素子から構成されたアクチュエータと、アクチュエータの伸縮に応じて差圧室の圧力を加減圧するピストンとを備えたエンジンの燃料噴射弁において、前記ピストン内部に画成された第2の燃圧室と、前記差圧室と第2燃圧室の差圧に応動するとともに、前記針弁に連結された押圧部材と、前記燃圧室と第2燃圧室とを連通する連通手段とを備え、前記第1弾性部材は、第2燃圧室内に収装されて押圧部材を介して針弁を閉弁方向へ付勢する。

【0010】また、第2の発明は、加圧燃料が導かれる燃圧室と、燃圧室と差圧室の差圧に応じて変位する針弁と、針弁によって開閉され燃圧室の燃料を噴射する噴口と、燃圧室と差圧室を連通する絞り通路と、針弁を閉弁方向に付勢する第1の弾性部材と、圧電素子または磁歪素子から構成されたアクチュエータと、アクチュエータの伸縮に応じて差圧室の圧力を加減圧するピストンとを備えたエンジンの燃料噴射弁において、前記ピストン内部に画成された第2の燃圧室と、前記差圧室と第2燃圧室の差圧に応動するとともに、前記針弁の基端と接離可能な押圧部材と、前記針弁を開弁方向へ付勢する第2の弾性部材と、前記燃圧室と第2燃圧室とを連通する連通手段とを備え、前記第1弾性部材は、第2燃圧室内に収装されて押圧部材を介して針弁を閉弁方向へ付勢する。

【0011】また、第3の発明は、前記第1または第2の発明において、前記ピストンの受圧面積A3を押圧部材の受圧面積A2より大きく設定する。

【0012】また、第4の発明は、前記第1または第2の発明において、前記連通手段は、ピストン外周に配設された一対のシール部材とケーシング内周との間に画成された連通室と、この連通室に対向するケーシング側に開口して前記燃圧室と連通する連通路とを備え、前記第2燃圧室は連通室に面したピストン外周で開口する。

【0013】また、第5の発明は、前記第1の発明において、前記第1弾性部材が発生する付勢力を押圧部材が受ける圧力より小さく設定する。

【0014】また、第6の発明は、前記第1の発明において、前記押圧部材は、針弁の基端側に一体的に形成される。

【0015】また、第7の発明は、前記第2の発明において、前記第1弾性部材のバネ定数は第2弾性部材のバネ定数よりも大きく設定する。

【0016】また、第8の発明は、前記第2の発明において、前記第1弾性部材が発生する付勢力を押圧部材が受ける圧力より小さく、かつ、第2弾性部材が発生する付勢力は針弁が受ける圧力より大きく設定する。

## 【0017】

【発明の効果】第1の発明は、噴口を開閉する針弁と、第1弾性部材に付勢されて差圧室と第2燃圧室の差圧に応動する押圧部材を直列的に配置するとともに、燃圧室と第2燃圧室とを連通することにより、圧電素子または磁歪素子で構成されたアクチュエータへの通電を行うと、アクチュエータは伸長してピストンは差圧室の容積を縮小させるため、差圧に応動する押圧部材は第1弾性部材に抗して第2燃圧室内へ変位して、押圧部材に連結された針弁が開弁方向へ駆動される。このとき、第2燃圧室の圧力は上昇しようとするが、連通手段を介して第2燃圧室の圧力は燃圧室へ逃げてほぼ等しくなり、押圧部材に加わる差圧に基づいて駆動することができ、閉弁駆動するには、通電を遮断してアクチュエータを収縮させればよく、アクチュエータの収縮に伴ってピストンは差圧室の容積を拡大する方向へ変位して圧力が低下し、押圧部材は燃圧室を介して第2燃圧室へ加わる燃圧と第1弾性部材の付勢力によって、針弁を閉弁させることができ、この閉弁動作は通電の遮断によって行うことができるため、前記従来例のような所定の噴射時期以外での開弁を防止するとともに、断線時などの燃料噴射を防いでフェイルセーフを確保することができる。

【0018】また、第2の発明は、アクチュエータに駆動されるピストンの第2燃圧室に収装された押圧部材を、針弁の端部と接離可能に配設し、針弁には開弁方向へ付勢する第2弾性部材を設けたため、アクチュエータの伸長時には押圧部材の差圧が増大して第1弾性部材を圧縮しながら針弁から離れるため、針弁は第2弾性部材によって開弁駆動される一方、アクチュエータの収縮時には、押圧部材の差圧が減少するため、第1弾性部材に付勢された押圧部材が第2弾性部材に抗して、針弁を開弁することができ、通電遮断時には、必ずアクチュエータは収縮するため、所定の噴射時期以外での開弁を防止するとともに、断線時などの燃料噴射を防いでフェイルセーフを確保することができ、さらに、針弁と押圧部材を別体とすることで、加工精度を容易に確保して、応答性の均一化を推進できる。

【0019】また、第3の発明は、ピストンの受圧面積A3を押圧部材の受圧面積A2より大きく設定することにより、圧電素子、磁歪素子からなるアクチュエータの微少な変位を拡大して針弁を開閉するストロークを確保することができる。

【0020】また、第4の発明は、ピストン外周に配設された一対のシール部材とケーシング内周との間に連通室を画成し、第2燃圧室は連通室に面したピストン外周で開口することで連通室に接続され、さらに、連通室に対向するケーシング側には燃圧室と連通する連通路を開口させることで、摺動するピストン内部の第2燃圧室と針弁側の燃圧室を連通させて、ピストン変位時の第2燃圧室の圧力変動を燃圧室側へ逃がして、押圧部材は差圧に応じて円滑に作動することができる。

【0021】また、第5の発明は、前記第1の発明において、第1弾性部材が発生する付勢力を押圧部材が受ける圧力より小さく設定したため、差圧室の内圧が上昇したときに、押圧部材は第1弾性部材に抗して変位でき、針弁を確実に開弁することができる。

【0022】また、第6の発明は、押圧部材は針弁の基端側に一体的に形成されるため、押圧部材の変位が針弁の変位となり、燃料噴射弁の応答速度を向上させることができる。

【0023】また、第7の発明は、第1弾性部材のバネ定数は第2弾性部材のバネ定数よりも大きいため、アクチュエータの非通電時には、第1弾性部材は押圧部材を介して第2弾性部材に抗して針弁を閉弁させることができる。

【0024】また、第8の発明は、第1弾性部材が発生する付勢力を押圧部材が受ける圧力より小さく、かつ、第2弾性部材が発生する付勢力は針弁が受ける圧力より大きく設定することで、差圧室の圧力が増大した場合には、第1弾性部材に抗して押圧部材を変位させるとともに、第2弾性部材によって針弁の開弁を行うことができる。

#### 【0025】

【発明の実施の形態】以下、本発明を筒内噴射式火花点火エンジンに配設される燃料噴射弁に適用した一実施形態を添付図面に基づいて説明する。

【0026】図1において、燃料噴射弁はケーシング9の先端部には、図示しないエンジンの燃焼室に臨ませるノズルボディ1が設けられ、このノズルボディ1は先端に開口した噴口1aから、燃料噴霧を燃焼室内へ向けて噴射するように構成される。

【0027】ノズルボディ1の内部には、噴口1a側に弁体2aを形成する一方、他端にロッド部2cを形成した針弁2が摺動可能に収装され、ノズルボディ1の内部には針弁2のまわりに燃圧室3が画成され、噴口1aは針弁2によって開閉される。

【0028】針弁2は基端側(図中右側)のロッド部2

cをケーシング9のほぼ中程に、設けた隔壁9aの貫通孔9bで摺動自由に支持されており、針弁2の途中にはフランジ状の大径部2bが設けられる。なお、ロッド部2cと貫通孔9bの間には間隙などで形成された絞り通路(オリフィス)20が設けられ、燃圧室3に供給された燃料は、この絞り通路20を介して後述する差圧室8へ供給される。

【0029】隔壁9aに当接するノズルボディ1の基端側には、燃料入口6と連通する燃圧室3が針弁2を取り囲むように画成され、大径部2bはこの燃圧室3内周との間に所定の間隙を形成し、燃圧室3の底部と大径部2bの弁体2a側には、針弁2を開弁方向へ付勢する第2弾性部材としての予圧スプリング5が介装される。

【0030】さらに、ケーシング9の隔壁9aよりも基端側(図中右側)は、筒状に形成されており、内周には圧電素子からなるピエゾアクチュエータ10が軸方向(図中左右方向)へ伸縮自在に配設され、ケーシング9の開口端(基端)には封止部材16が配設される。

【0031】なお、ピエゾアクチュエータ10は、PZT(チタン酸ジルコニア酸鉛)系セラミック、PMN(ニオブ酸マグネシウム酸鉛)系セラミックなどからなる圧電素子を円盤状に形成した部材を多數積層し、これら、各圧電素子間及び両端には図示しない電極が介装されて、図示しないコントローラからの印加電圧に応じてピエゾアクチュエータ10は、軸方向へ伸縮する。

【0032】隔壁9aと対向したピエゾアクチュエータ10の先端には、ピストン11が固設され、このピストン11と隔壁9aの間には差圧室8が画成される。そして、ピストン11と隔壁9aとの間には、ピエゾアクチュエータ10を収縮方向へ付勢する皿バネ状のリターンスプリング22が介装される。

【0033】一方、封止部材16と対向したピエゾアクチュエータ10の基端には板状のスペーサ14が固設され、このスペーサ14と封止部材16との間にはボール15が介装される。このボール15は、ピエゾアクチュエータ10の軸線上に設けられて、封止部材16に対するピエゾアクチュエータ10の相対的な回転を許容し、ピエゾアクチュエータ10に軸まわりのねじれが発生するのを防止する。

【0034】ここで、差圧室8と対向する側のピストン11には第2燃圧室30が内部に画成され、この第2燃圧室30には針弁2の基端と接離可能なロッド部7aを備えた押圧部材としての押圧ピストン7が摺動自由に収装される。

【0035】この押圧ピストン7には、隔壁9aの貫通孔9bへ向けて針弁2の基端と接離するロッド部7aが突設される一方、第2燃圧室30と押圧ピストン7との間には、ロッド部7aを介して針弁2を閉弁方向へ付勢する第1弾性部材としてのリターンスプリング4が介装される。また、押圧ピストン7の外周とピストン11の

内周の間には間隙などで構成された絞り通路（オリフィス）21が設けられる。

【0036】リターンスプリング4は針弁2を開弁側へ付勢する予圧スプリング5に対向して閉弁させるもので、リターンスプリング4のバネ定数をK2、予圧スプリング5のバネ定数をK1とすると、これらバネ定数の関係は、

$$K1 < K2 \cdots \cdots (1)$$

として設定される。

【0037】ピエゾアクチュエータ10の先端に設けられてケーシング9内を摺動するピストン11の外周には、軸方向へ所定の間隔で一対のOリング12、12が設けられ、ピストン11外周とケーシング9内周との間には、これらOリング12、12によって連通室17が形成され、ピストン11の内部の第2燃圧室30は、この連通室17と対向するピストン11外周に開口して連通する。

【0038】一方、針弁2を取り囲む燃圧室3は、ケーシング9内に形成された連通路19を介して連通室17と連通する。この連通路19は、ピエゾアクチュエータ10の最収縮位置から最伸長位置の間で、常時ピストン11の側面と対向可能なケーシング9内の所定の位置に開口しており、ピストン11の肉厚及びOリング12、12の配設間隔は、ピエゾアクチュエータ10のストロークに応じて設定される。

【0039】次に、針弁2のロッド部2cの端面は、ピストン11と隔壁9aの間の差圧室8に面しており、このロッド部2c端面の受圧面積をA1とし、差圧室8に面した押圧ピストン7の受圧面積をA2、同じく差圧室8に面したピストン11の受圧面積をA3とすると、次のように設定される。

$$A1 < A2 < A3 \cdots \cdots (2)$$

また、ピストン11の外周に配設されてケーシング9内壁と摺接するOリング12、12は差圧室8を連通室17から形成するとともに、連通室17内の燃料がピエゾアクチュエータ10側及び連通室17へ漏れるのを防止する。

【0041】次に、ケーシング9の所定の側面には、図示しない燃料供給手段と連通する燃料入口6が開口形成され、燃料入口6から圧送された加圧燃料は、針弁2を取り囲む燃圧室3へ流入してから、連通路19及び連通室17を介して、押圧ピストン7背面の第2燃圧室30へ供給される。

【0042】また、差圧室8と燃圧室3及び第2燃圧室30との間には、絞り通路20、21がそれぞれ形成されるため、加圧燃料が供給されると、これら絞り通路20、21を介して燃圧室3及び第2燃圧室30から差圧室8へ徐々に燃料が供給される。

【0043】ここで、燃料入口6から供給される燃圧をP1とし、針弁2の前後差圧、すなわち、差圧室8と燃

圧室3の差圧を△P1とし、押圧ピストン7の前後差圧、すなわち、差圧室8と第2燃圧室30の差圧を△P2とし、また、針弁2を開弁方向へ付勢する予圧スプリング5が発生する付勢力（弹性復元力）をF1、対抗するリターンスプリング4が発生する付勢力をF2とすると、上記各ピストン7、11及び針弁2の端面の各受圧面積A1～A3と、これらスプリング4、5が発生する付勢力の関係は次のように設定される。

$$F1 > \Delta P1 \times A1 \cdots \cdots (3)$$

$$F2 < \Delta P2 \times A2 \cdots \cdots (4)$$

以上のように構成され、次に作用について説明する。

【0045】図1は、エンジン停止時における燃料噴射弁の状態を示しており、図示しないコントローラから電圧が印加されていないため、ピエゾアクチュエータ10は収縮するとともに、リターンスプリング22によって付勢されて最収縮位置となっており、このとき、第2燃圧室30の容積は最大となって、これと連通する差圧室8の圧力は低下し、また、燃料入口6へ燃料が圧送されないため、燃圧室3及び第2燃圧室30との圧力は共に低下し、これら各室の圧力は、絞り通路20、21を介して均一になり、針弁2は、上記(1)式より、リターンスプリング4のバネ定数K2の方が予圧スプリング5のバネ定数K1より大きく設定されるため、閉弁方向へ付勢されて弁体2aがノズルボディ1のシート部に押し付けられて閉弁状態を保持することができる。

【0046】すなわち、リターンスプリング4の付勢力が針弁2を開弁方向へ付勢する予圧スプリング5に抗して、押圧ピストン7のロッド7aを介して針弁2を閉弁し、エンジン停止中に噴口1aから燃料が洩れることが防止される。

【0047】エンジンを始動するため、図示しない燃料供給手段から燃料入口6へ所定の燃圧P1で燃料が圧送されると、燃圧室3及びその下流の第2燃圧室30へ燃圧P1が導かれて圧力が上昇する。

【0048】このとき、加圧燃料が絞り通路20、21を通って差圧室8へ流入し終わるまでの間は、針弁2と押圧ピストン7に前後差圧がそれぞれ生じる。

【0049】しかし、燃圧室3と第2燃圧室30には等しく燃圧P1が加わるとともに、針弁2がリターンスプリング4と予圧スプリング5の付勢力（バネ定数）の差によって、押圧ピストン7がロッド部7aを介して針弁2をノズルボディ1のシート部へ押し付けることにより、所定の噴射時期以外での針弁2が開弁するのを確実に防止できる。

【0050】エンジン始動時および始動後における燃料噴射弁の開弁動作は、ピエゾアクチュエータ10がエンジン回転に同期して印加される電圧に応じて、また、リターンスプリング22に抗して伸長駆動することで行われる。

【0051】ピエゾアクチュエータ10の伸長に伴っ

て、ピストン11が差圧室8の容積を縮小する方向（隔壁9a側）へ移動し、差圧室8の圧力は急上昇し、同時に、針弁2を付勢している押圧ピストン7に対してピストン11が隔壁9a側へ変位するため第2燃圧室30の容積も縮小して、第2燃圧室30の圧力も上昇しようとするが、第2燃圧室30内の圧力は連通室17、連通路19を介して燃圧室3へ逃げることができるため、燃圧室3と第2燃圧室30の圧力はほぼ等しくなる。

【0052】このとき、差圧室8の圧力は燃圧室3と第2燃圧室30の圧力よりも増大するため、押圧ピストン7の前後差圧 $\Delta P_2$ はリターンスプリング4に抗して増大しするため、上記（4）式より押圧ピストン7は針弁2のロッド部2cから離れてリターンスプリング4の圧縮方向へ変位する。

【0053】一方、針弁2の前後差圧 $\Delta P_1$ も差圧室8の圧力増大に伴って大きくなり、この前後差圧は針弁2の閉弁側に作用するが、上記（3）より予圧スプリング5の付勢力F1が針弁2の端面に作用する油圧力 $\Delta P_1 \times A_1$ より大きく、また、押圧ピストン7のロッド部7aが針弁2のロッド部2cの端面から離れて、針弁2の変位が許容されているため、針弁2は開弁して噴口1aを介して燃圧室3内の燃料が噴射される。

【0054】次に、燃料噴射弁の閉弁動作は、ピエゾアクチュエータ10への電圧の印加を遮断して収縮駆動されることにより行われる。

【0055】ピエゾアクチュエータ10は電圧の遮断によって収縮するとともに、リターンスプリング22の付勢力によって最収縮位置まで変位する。

【0056】ピエゾアクチュエータ10の収縮に伴って、ピストン11が差圧室8の容積を増大する方向（封止部材16側）へ移動し、差圧室8の内圧は容積の急増に伴って急減圧する。

【0057】この、差圧室8の急減圧によって、押圧ピストン7に加わる前後差圧 $\Delta P_2$ も減少するため、リターンスプリング4が発生する付勢力F2の方が大きくなると、第2燃圧室30を圧縮していた押圧ピストン7は、リターンスプリング4の付勢力F2に応じて針弁2側へ変位し、第2燃圧室30の容積を拡大させながら、ロッド部7aが針弁2のロッド部2cの押圧を開始する。

【0058】このとき、押圧ピストン7の針弁2側への変位に伴って第2燃圧室30の圧力も減少しようとするが、第2燃圧室30は連通室17、連通路19を介して燃圧室3と連通しているため、所定の燃圧P1が加わるため、燃圧室3と第2燃圧室30の圧力はほぼ等しくなる。

【0059】ピエゾアクチュエータ10が最収縮位置に達する頃には、差圧室8の圧力が最も減少して、リターンスプリング4に付勢される押圧ピストン7は、上記（1）式より、バネ定数の差と第2燃圧室30に加わる

燃圧P1によって予圧スプリング5に抗して針弁2を閉弁させることができ、弁体2aがノズルボディ1のシート部に当接して噴口1aを封止することで、燃圧室3から燃焼室への燃料噴射が停止する。

【0060】上記閉弁動作は、ピエゾアクチュエータ10への通電経路の断線等で、電圧の印加が遮断された場合にも同様に作動するため、電気系統の故障時のフェイリセーフを確保することができる。

【0061】こうして、ピエゾアクチュエータ10に駆動されるピストン11内に画成した第2燃圧室30内に、針弁2と直列的に配置した押圧ピストン7を摺動自由に収装し、この第2燃圧室30をピストン11外周に画成した連通室17から連通路19を介して加圧燃料が供給される燃圧室3と連通させるとともに、針弁2を開弁方向に付勢する予圧スプリング5と、押圧ピストン7を介して針弁2を閉弁させるリターンスプリング4のバネ定数K1、K2を上記（1）式のように設定するとともに、各受圧面積A1～A3及び油圧力と付勢力F1、F2の関係を上記（2）～（4）式のように設定することで、ピエゾアクチュエータ10の微少な変位によって差圧室8と押圧ピストン7及び針弁2の端面との間に差圧を発生させることで、針弁2を開閉駆動することができるとなり、ピエゾアクチュエータ10の伸長時にのみ針弁2が開弁する一方、ピエゾアクチュエータ10への通電が遮断された際には、ピエゾアクチュエータ10が収縮することで確実に燃料の噴射を中止することができ、ピエゾアクチュエータ10の駆動回路等が故障した際に所定の噴射時期以外での噴射を確実に防止してフェイリセーフを確保することができる。

【0062】また、針弁2と押圧ピストン7を別体とすることで、加工精度を容易に確保することができる、安定した応答性の確保と製造コストの低減を両立させることができるのである。

【0063】また、変位するピストン11内に画成した第2燃圧室30の圧力変動は、ピストン11の外周に設けた一対のOリング12、12によって画成された連通室17を介して、連通路19から燃圧室3へ伝達することで、常時燃圧室第2燃圧室30の圧力を等しく設定することができる、針弁2の開閉駆動を確実に行うことができる。

【0064】図2は第2の実施形態を示し、前記第1実施形態の押圧ピストン7を針弁2と一体に構成したもので、その他の構成は前記第1実施形態と同様である。

【0065】図2において、針弁2のロッド部2cは差圧室8を挿通して第2燃圧室30側まで延設され、このロッド部2cの端部に押圧ピストン7'が取り付けられる。

【0066】この場合も上記（1）式と同様に、リターンスプリング4のバネ定数K2の方が予圧スプリング5のバネ定数K1よりも大きく設定され、また、押圧ピ

トン7'及びピストン11の受圧面積の関係も上記

(2)式と同様に、

$A_2 < A_3 \dots \dots (2')$

として設定される。

【0067】そして、リターンスプリング4が発生する付勢力F2は上記(4)式と同様であり、押圧ピストン7'の前後差圧とバネ定数K1、K2の関係に応じて針弁2の開閉駆動が行われる。

【0068】エンジン停止時ではコントローラから電圧が印加されていないため、ピエゾアクチュエータ10は収縮するとともに、リターンスプリング22によって付勢されて最収縮位置となっており、燃圧室3、差圧室8及び第2燃圧室30の圧力は、絞り通路20、21を介して均一になり、針弁2は、上記(1)式より、リターンスプリング4のバネ定数K2の方が予圧スプリング5のバネ定数K1より大きく設定されるため、閉弁方向へ付勢されて弁体2aがノズルボディ1のシート部に押し付けられて閉弁状態を保持することができ、エンジン停止中に噴口1aから燃料が洩れることが防止される。

【0069】エンジンを始動するため、図示しない燃料供給手段から燃料入口6へ所定の燃圧P1で燃料が圧送されると、燃圧室3及びその下流の第2燃圧室30へ燃圧P1が導かれて圧力が上昇する。

【0070】このとき、加圧燃料が絞り通路20、21を通り差圧室8へ流入し終わるまでの間は、針弁2と押圧ピストン7'に前後差圧がそれぞれ生じるが、燃圧室3と第2燃圧室30には等しく燃圧P1が加わるとともに、リターンスプリング4が押圧ピストン7'を介して針弁2をノズルボディ1のシート部へ押し付けることにより、所定の噴射時期以外での針弁2が開弁するのを確実に防止できる。

【0071】エンジン始動時および始動後における燃料噴射弁の開弁動作は、ピエゾアクチュエータ10がエンジン回転に同期して印加される電圧に応じて行われ、ピエゾアクチュエータ10がリターンスプリング22に抗して伸長すると、ピストン11が差圧室8の容積を縮小する方向へ移動して、差圧室8の圧力は急上昇し、同時に、針弁2を付勢している押圧ピストン7'に対してピストン11が隔壁9a側へ変位するため第2燃圧室30の容積も縮小して、第2燃圧室30の圧力も上昇しようとするが、第2燃圧室30内の圧力は連通室17、連通路19を介して燃圧室3へ逃げて、燃圧室3と第2燃圧室30の圧力はほぼ等しくなる。

【0072】したがって、差圧室8の圧力は燃圧室3と第2燃圧室30の圧力よりも増大するため、押圧ピストン7'の前後差圧 $\Delta P_2$ はリターンスプリング4に抗して増大し、上記(4)式より押圧ピストン7'はリターンスプリング4の圧縮方向へ変位するため針弁2は開弁して、噴口1aを介して燃圧室3内の燃料が噴射される。

【0073】次に、燃料噴射弁の閉弁動作は、前記と同様に、ピエゾアクチュエータ10への電圧の印加を遮断して収縮駆動させることにより行われる。ピエゾアクチュエータ10は電圧の遮断によって収縮するとともに、リターンスプリング22の付勢力によって最収縮位置まで変位する。

【0074】ピエゾアクチュエータ10の収縮に伴って、ピストン11が差圧室8の容積を増大する方向(封止部材16側)へ移動し、差圧室8の内圧は容積の急増に伴って急減圧する。

【0075】この、差圧室8の急減圧によって、押圧ピストン7'に加わる前後差圧 $\Delta P_2$ も減少するため、リターンスプリング4が発生する付勢力F2の方が、押圧ピストン7'に加わる圧力よりも大きくなると、第2燃圧室30を圧縮していた押圧ピストン7'は、リターンスプリング4の付勢力F2に応じて針弁2側へ変位し、第2燃圧室30の容積を拡大させながら針弁2の閉弁を開始する。

【0076】ピエゾアクチュエータ10が最収縮位置に達する頃には、差圧室8の圧力が最も減少して、リターンスプリング4に付勢される押圧ピストン7'は、上記(1)式より、バネ定数の差によって予圧スプリング5に抗して針弁2を閉弁させることができ、弁体2aがノズルボディ1のシート部に当接して噴口1aを封止することで、燃圧室3から燃焼室への燃料噴射が停止する。

【0077】こうして、針弁2と押圧ピストン7'を一体に構成した場合も、前記第1実施形態と同様に、ピエゾアクチュエータ10の微少な変位を差圧室8の圧力変化に変換して、針弁2の開閉を確実に行うことができるとともに、針弁2は押圧ピストン7'に加わる差圧に応じて迅速に開閉することが可能となり、燃料噴射弁の応答速度をさらに向上させるとともに、上記閉弁動作は、ピエゾアクチュエータ10への通電経路の断線等で、電圧の印加が遮断された場合にも同様に作動するため、電気系統の故障時のフェイルセーフを確保することができる。

【0078】なお、上記実施形態において、ピストン11を駆動するアクチュエータとして圧電素子からなるピエゾアクチュエータ10を採用した場合を示したが、図示はしないが、磁界の強さに応じて伸縮する磁歪素子を用いた磁歪アクチュエータまたは超磁歪アクチュエータを採用しても同様である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態を示す燃料噴射弁の断面図。

【図2】第2の実施形態を示す燃料噴射弁の断面図。

【符号の説明】

1 ノズルボディ

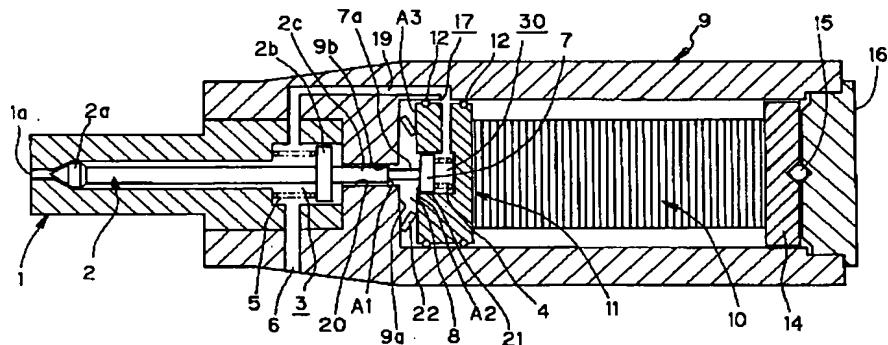
1a 噴口

2 針弁

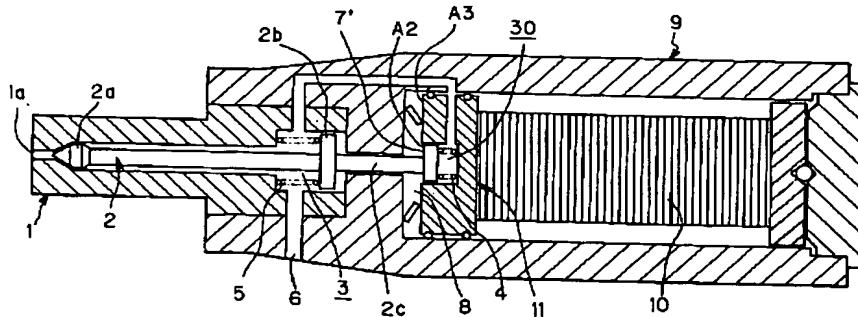
2a 弁体  
2b 大径部  
2c ロッド部  
3 燃圧室  
4 リターンスプリング（第1弾性部材）  
5 予圧スプリング（第2弾性部材）  
6 燃料入口  
7 押圧ピストン  
7a ロッド部  
8 差圧室

9 ケーシング  
9a 隔壁  
10 ピエゾアクチュエータ  
11 ピストン  
12 Oリング  
17 連通室  
19 連通路  
20、21 絞り通路  
22 リターンスプリング  
30 第2燃圧室

【図1】



【図2】



フロントページの続き

(51) Int.Cl. 6

H 01 L 41/12

識別記号

F I

H 01 L 41/08

C

(72) 発明者 福田 隆

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

BEST AVAILABLE COPY